



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 100 12 809 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
H 01 Q 21/24

(21) Aktenzeichen: 100 12 809.2
(22) Anmeldetag: 16. 3. 2000
(23) Offenlegungstag: 27. 9. 2001

DE 100 12 809 A 1

(71) Anmelder:
Kathrein-Werke KG, 83022 Rosenheim, DE

(74) Vertreter:
Andrae Flach Haug, 83022 Rosenheim

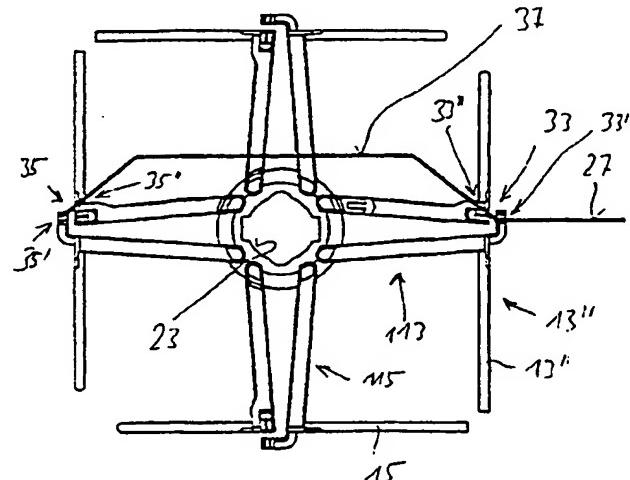
(72) Erfinder:
Göttl, Maximilian, 83109 Großkarolinenfeld, DE

(56) Entgegenhaltungen:
DE 43 02 905 C1
DE 198 23 749 A1
US 25 38 915
ROTHAMMEL, K.: Antennenbuch,
Telekosmos-Verlag,
FranckhCsche Verlagshandlung, Stuttgart, 8. Aufl.
1984, S. 417-425;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Dualpolarisierte Dipolantenne

(57) Eine verbesserte Antenne zeichnet sich dadurch aus, dass die Einspeisung (33, 35) bezüglich der jeweils beiden gegenüberliegenden parallelen Dipole (113, 115) eines Dipolquadrates (3, 5) derart erfolgt, dass ein Speisekabel (27) zu einer Einspeisestelle (33) an einem Dipol (13'', 15'') geführt ist, und dass von dieser Einspeisestelle (33) ausgehend ein Verbindungskabel (37) zu der Einspeisestelle (35) an dem jeweils gegenüberliegenden parallelen Dipol (13', 15') des Dipolquadrates (3, 5) verlegt und dort mit den Dipolhälften (13', 15') des Dipolquadrates (3, 5) elektrisch verbunden ist.



DE 100 12 809 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine dualpolarisierte Dipolantenne nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus der DE 198 23 749 A1 ist eine dualpolarisierte Dipolantenne bekannt geworden, die sich insbesondere für die weltweit eingesetzten Mobilfunknetze, insbesondere das GSM 900- oder das GSM 1800-Netz zur Übertragung im 900 MHz bzw. 1.800 MHz-Bereich eignet.

Bei der bekanntgewordenen gattungsbildenden dualpolarisierten Antenne wird dabei eine Polarisationsausrichtung von $\pm 45^\circ$ verwendet. In einem gemeinsamen Antennengehäuse vor einem Reflektor sind dabei in Vertikalrichtung üblicherweise mehrere derartige Dipolquadrate zur Übertragung in dem einen Frequenzbereich und beispielsweise zwischen jeweils zwei derartiger vertikal übereinander angeordneten Dipolquadrate ein weiteres anderes Dipolquadrat zur Übertragung in dem anderen Frequenzbereich angeordnet.

Die überwiegend eingesetzte horizontale Halbwertsbreite der Antenne beträgt 65° . Um die Antennen möglichst kompakt zu realisieren, werden zur Erzielung der 65° Halbwertsbreite pro Polarisierung zwei Einzeldipole mit gleicher Phase zusammengeschaltet. Die Ausrichtung der Dipole beträgt dabei $+45^\circ$ bzw. -45° . Resultierend daraus entsteht ein sog. Dipolquadrat.

Die beiden horizontalen Strahlungsdiagramme der $+45^\circ$ und -45° Polarisierungen sollen dabei möglichst deckungsgleich ausgerichtet sein. Eine Abweichung wird als Tracking bezeichnet.

Zur Erzielung einer schmäleren vertikalen Halbwertsbreite und zur Erhöhung des Antennengewinns werden mehrere Dipolquadrate in vertikaler Richtung zusammenge schaltet. Geschieht dies gleichphasig, so haben die beiden um $+45^\circ$ und -45° polarisierten Antennen keine elektrische Absenkung. Bei einer derart gut dimensionierten Antenne tritt auch kein Tracking auf oder aber es ist als minimal zu bezeichnen. Auch die kreuzpolarisierten Strahlungsdiagrammanteile sind ebenfalls minimal.

Für den Mobilfunkbereich ist heute vor allem der $+60^\circ$ Sektor von Bedeutung. In den letzten Jahren hat durch den großen Erfolg des Mobilfunks eine immer stärkere Verdichtung der Netze stattgefunden. Dabei müssen die vorhanden Frequenzen ökonomischer eingesetzt und in immer kürzeren räumlichen Abständen verwendet werden. Bei zu dichter Belegung ergeben sich sog. Interferenzstörungen. Eine Abhilfe kann dadurch realisiert werden, dass Antennen mit einer stärkeren elektrischen Absenkung verwendet werden, beispielsweise mit einem Absenkwinkel von bis zu 15° . Allerdings hat dies den unangenehmen Nebeneffekt, dass mit steigendem Absenkwinkel die beiden Horizontaldiagramme der dualpolarisierten Antennen auseinanderdriften, d. h., dass das $+45^\circ$ polarisierte Horizontaldiagramm in die positive Richtung und das -45° polarisierten Horizontaldiagramm in die negative Richtung abdriftet. Dies führt unter großen Absenkwinkeln zu einem beträchtlichen Tracking. Weiterhin ist das Tracking frequenzabhängig. Ebenso folgen die kreuzpolarisierten Strahlungsdiagrammanteile den Horizontaldiagrammen, was im $\pm 60^\circ$ Sektor zu einer deutlichen Verschlechterung der Polarisationsdiversity-Eigenschaften führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu überwinden und eine verbesserte dualpolarisierte Antenne zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfahrungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Es muss als völlig überraschend bezeichnet werden, dass

mit vergleichsweise einfachen Mitteln es nunmehr möglich ist, bei der gattungsbildenden dualpolarisierten Dipolantenne auch bei vergleichsweise starker Absenkung zu gewährleisten, dass die Horizontaldiagramme nicht auseinanderdriften oder zumindest das Auseinanderdriften gegenüber dem Stand der Technik deutlich minimiert und damit verbessert wird. Andererseits bietet die erfahrungsgemäße Lösung aber auch Möglichkeiten für den Fall, dass beispielsweise bei nicht abgesenktem Strahlungsdiagramm –

falls dies erforderlich sein sollte – gleichwohl ein bestimmtes Tracking zu realisieren. Ebenfalls überraschend ist die dadurch erzielte verbesserte Kompensation des Trackings in Abhängigkeit von der Frequenz.

Dadurch, dass erfahrungsgemäß das Tracking eliminiert oder zumindest minimiert wird, werden auch die kreuzpolarisierten Strahlungsdiagrammanteile deutlich verbessert. Infolgedessen verbessern sich auch die Polarisationsdiversity-Eigenschaften.

Ein weiterer Vorteil ist dabei ferner, dass der gesamte Kabelaufwand sich gegenüber herkömmlichen Antenneneinrichtungen reduzieren lässt.

Die überraschende erfahrungsgemäße Lösung liegt darin begründet, dass jeweils die beiden gegenüberliegenden parallelen Dipole eines Dipolquadrats, die mit der gleichen Polarisierung abstrahlen bzw. empfangen, nicht parallel oder mit symmetrischen Kabeln oder mit separaten Kabeln eingespeist werden, sondern dass die Einspeisung nur bezüglich eines Dipoles erfolgt und von der Einspeisestelle an dem einen Dipol dann ein Verbindungskabel zur Einspeisung an dem gegenüberliegenden zweiten, parallelen Dipol vorgesehen ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass die elektrische Länge des Verbindungsabstandes einer Wellenlänge λ oder einem ganzzahligen Vielfachen davon, bezogen auf die zu übertragende Mittenfrequenz, entspricht.

Da üblicherweise derartige Antennen nicht nur ein Dipolquadrat, sondern mehrere in der Regel übereinander in vertikaler Anbaurichtung angeordnete und im 45° Winkel zur vertikalen ausgerichtete Dipolquadrate umfassen, kann nunmehr das Tracking entsprechend den Anforderungen unterschiedlich voreingestellt werden. Dies kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch erfolgen, dass beispielsweise die Einspeisung von dem Einspeisekabel kommend jeweils nur an der gleichen Seite mit der entsprechenden Polarisierung ausgerichteten Dipolen erfolgt und für alle Dipole in gleicher Weise von dort ausgehend Verbindungsabstand zu dem jeweils gegenüberliegenden Dipol führen.

Eine Veränderung der Größe des Trackings kann aber dadurch realisiert werden, dass beispielsweise von vier übereinander angeordneten Dipolquadrate die Einspeisung bezüglich der parallel zueinander angeordneter Dipole bei drei Dipolquadrate jeweils bezogen auf den links liegenden Dipol und lediglich bezüglich eines Dipolquadrate nur bezüglich des dazu parallelen rechts liegenden Dipoles erfolgt.

Werden z. B. bezogen auf vier Dipolquadrate nur bei zwei Dipolen die Einspeisung nur an den links liegenden und die andere Hälfte der Einspeisung nur an den rechts liegenden

Dipolen vorgenommen (wobei die Einspeisung bzgl. des jeweils zweiten parallelen Dipoles über die Verbindungsleitung erfolgt), so ergibt sich ein anderer Wert für das Tracking.

Mit anderen Worten lässt sich durch den unterschiedlichen Anteil, an welchem von jeweils zwei parallel zueinander ausgerichteten Dipolen die Erst-Einspeisung erfolgt, und welcher Dipol über eine davon ausgehende Verbindungsleitung gespeist wird, der Grad und die Größe des Konkurrenzverlustes für das Auseinanderdriften der $+45^\circ$

und der 45° polarisierten Horizontaldiagrammanteil entsprechend sein einstellen und kompensieren.

Die erfundungsgemäße Lösung bietet aber auch den weiteren Vorteil, dass nur ein mit entsprechend groß dimensioniertem Querschnitt vorgeschenkte Einspeiskabel zu jeweils zwei um 90° versetzt liegenden Dipolen vorgeschenkt ist, und dass von diesen beiden Dipolen jeweils nur ein mit dünnerem Kabelquerschnitt ausgestattetes Verbindungskabel zu dem jeweils gegenüberliegenden Dipol eines Dipolquadrates geführt werden muss. Dadurch wird der gesamte Kabelaufwand deutlich vermindert.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus dem anhand von Zeichnungen erläuterten Beispiel. Dabei zeigen im einzelnen:

Fig. 1 eine dualpolarisierte Dipol-Antenne mit mehreren Dipolquadren;

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht auf ein Dipolquadrat längs der Pfeilrichtung A in Fig. 1 mit einer Verkabelung nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 eine Draufsicht auf das Dipolquadrat nach Fig. 2 nach dem Stand der Technik;

Fig. 4 eine entsprechende Darstellung zu Fig. 2 gemäß der erfundungsgemäßen Lösung; und

Fig. 5 eine Draufsicht auf das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4;

Fig. 6 eine schematische Darstellung für acht vertikal übereinander angeordnete in 45° Neigung verdrehte Dipolquadrate mit unterschiedlich liegenden Einspeisestellen;

Fig. 7 ein nochmals leicht abgewandeltes Ausführungsbeispiel mit sechs übereinander angeordneten Dipolquadren mit unterschiedlich liegenden Einspeisestellen.

In Fig. 1 ist in schematischer Draufsicht eine dualpolarisierte Dipolantenne 1 mit mehreren ersten Dipolquadren 3 und mehreren zweiten Dipolquadren 5 gezeigt. Die ersten Dipolquadren 1 dienen beispielsweise zur Übertragung im 900 MHz-Bereich. Die demgegenüber kleiner dimensionierten zweiten Dipolquadren 5 sind beispielsweise zur Übertragung im 1.800 MHz-Bereich abgestimmt. Alle Dipolquadren 3 und 5 sind um 45° gegenüber der Vertikalen und Horizontalen geneigt ausgerichtet und längs einer vertikalen Anbaurichtung 7 übereinander vor einem Reflektor 9 in geeignetem Abstand vor dem Reflektorblech 9' angeordnet.

Zum grundsätzlichen Aufbau und Wirkungsweise wird insoweit auf den vorveröffentlichten Stand der Technik gemäß der DE 198 23 749 A1 verwiesen, auf deren Inhalt in vollem Umfang Bezug genommen und zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

Diese grundsätzlich vorbekannten Dipolquadrate weisen einen Aufbau und eine Linspeisung gemäß Fig. 2 und 3 der vorliegenden Anmeldung auf.

Die Dipolquadrate umfassen dabei jeweils zwei Paar von parallelen Dipolen 13 und 15, die nach Draufsicht gemäß Fig. 4 nach Art eines Dipolquadrates angeordnet sind. Beide Dipolpaare 13' und 13'' sowie die beiden Dipolpaare 15' und 15'' werden über eine Symmetrierung 113' und 113'' bzw. 115' und 115'' getragen und gehalten, die im gezeigten Ausführungsbeispiel von einem Fuß- und Verankerungsbereich 21 auf dem Reflektor 9 mit einer senkrechten und jeweils nach außen gerichteten Komponente zu den im Abstand vor dem Reflektor 9 befindlichen Dipolhälfte verlaufen. Üblicherweise über eine Bohrung 23 im Reflektor 9 wird von einem hinter dem Reflektor 9 kommenden Speisekabel 27 im Bereich des Fußpunktes oder des Verankerungsbereiches 21 über eine Verzweigungsstelle 29 ein erstes Verbindungskabel 31 (Koaxialkabel) längs des einen Tragarmes der Symmetrierung 113 zur Einspeisestelle 33 geführt, an der der Außenleiter 31a beispielsweise an dem Tragarm 113' elek-

trisch angebunden und der Innenleiter 31b davon getrennt über ein geringes Maß in axialer Längsrichtung verlängert ausgebildet ist, um dort an einer mit der zweiten Dipolhälfte in Verbindung stehenden Anschlussstelle oder Krümmer 35 elektrisch angeschlossen zu werden.

Die gleiche Anschlussverbindung erfolgt für den gegenüberliegenden Dipol. Über ein separates zweites Speisekabel und zwei weitere separate Verbindungsleitungen erfolgt die elektrische Linspeisung an den beiden um 90° versetzt liegenden Dipolpaaren, die der Übersicht halber in Fig. 2 und 3 nicht eingezeichnet sind.

Demgegenüber wird nunmehr erfundungsgemäß eine Einspeisung entsprechend den Fig. 4 und 5 vorgenommen, bei welcher das Speisekabel 27 (ein Koaxialkabel) direkt bis zur Einspeisestelle 33 an einem Dipol geführt ist. Dort ist das Speisekabel 27 mit seinem Innenleiter wiederum an der Einspeisestelle 33' (die mit der einen Dipolhälfte in Verbindung steht) und der Außenleiter 31b mit der anderen Dipolhälfte am Einspeisepunkt 33' elektrisch verbunden.

Von dieser Einspeisestelle 33 geht dann ein Verbindungskabel 37 aus, welches zur Einspeisestelle 35 an der gegenüberliegenden Dipolhälfte führt. Der Innenleiter ist dabei wieder mit der einen Dipolhälfte über die Anschlussstelle 35' und der Außenleiter mit der zweiten Dipolhälfte bei 35'' elektrisch verbunden.

In der Praxis wird auch hierbei das Speisekabel über die Bohrung 23 an dem einen Tragarm oder in dem einen Tragarm der Symmetrierung 113' oder 113'' (wenn dieser beispielsweise als Hohlleiter oder Hohlräger ausgebildet ist) im Inneren verlegt und bis zur Einspeisestelle 33 geführt, wo der Außenleiter mit der einen Dipolhälfte elektrisch verbunden und der Innenleiter an der Anschlussstelle der zweiten Dipolhälfte angeschlossen ist. Das koaxiale Verbindungskabel 37 ist ebenso am oder beispielsweise in dem zweiten Tragarm 113' oder 113'' der entsprechenden Symmetrierung 113 von der Einspeisestelle 33 an dem einen Dipol wieder in Richtung Reflektorblech 9' zurückgeführt und in dem gegebenenfalls hohlen Tragarm der gegenüberliegenden Symmetrierung 113 des gegenüberliegenden Dipoles 13' zu dessen oben liegender Einspeisestelle 35 geführt. Ebenso kann aber eine Verlegung an der Symmetrierung oder in sonstiger geeigneter Weise erfolgen. Anhand von Fig. 1, 4 und 5 ist nur das Prinzip der Verschaltung gezeigt, weshalb hier das jeweilige Speisekabel 27 quasi von außen kommend an die Einspeisestelle herangeführt gezeigt ist, obgleich es in der Praxis über die zentrale Bohrung 23 kommend längs der Symmetrierung zur Einspeisestelle 33 geführt ist.

Die Länge des Verbindungskabels sollte dabei λ oder einem ganzzahligen Vielfachen davon, bezogen auf den zu übertragenden Frequenzbereich, insbesondere den Mittelfrequenzbereich, betragen.

Entsprechend wird über ein separates Speisekabel oder ein entsprechendes separates Verbindungskabel die Einspeisung an den beiden in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 und 5 um 90° versetzt liegenden Dipolen 15 und 115 vorgenommen. Auch dort erfolgt also eine Einspeisung über ein separates Speisekabel zunächst an dem einen Dipol 15' an einer dort ausgebildeten Speisestelle, wobei von dort ein separates Verbindungskabel dann zu einem gegenüberliegenden Dipol 15'' geführt und an einer entsprechenden Einspeisestelle angeschlossen ist.

Anhand von Fig. 1 ist beispielsweise gezeigt, dass dort über zwei getrennte Speisekabel 27 die jeweils links liegenden Dipolhälfte 13' und 15' an einer entsprechenden Speisestelle 35 eingespeist werden, und dass von dort Verbindungskabel 31 zu den jeweils gegenüberliegenden Dipolen 13'' bzw. 15'' zu dort vorgesehenen Einspeisestellen führen.

So können beispielsweise alle in Fig. 1 größeren Dipolquadrate 3, aber auch alle kleineren Dipolquadrate 5 in gleicher Weise eingespeist werden.

Möglich ist aber auch, dass beispielsweise ein einzelner oder bei noch mehr vertikal übereinander angeordneten Dipolquadrate beispielsweise die Hälfte oder eine beliebige andere Kombination von Dipolquadranten unterschiedlich eingespeist werden. So ist beispielsweise bezüglich des untersten Dipolquadrates 3 in Fig. 1 gezeigt, dass dort die Einspeisung über zwei getrennte Speisekabel an den rechts liegenden Dipolen des Dipolquadrates, nämlich an dem Dipol 13" und dem Dipol 15" erfolgt, nämlich an den erläuterten Speisestellen. Über zwei getrennte Verbindungsleitungen 31 wird dann jeweils ausgehend von der ersten Einspeisestelle die Einspeisung an dem gegenüberliegenden parallelen Dipol vorgenommen.

In Abhängigkeit davon, wo jeweils zunächst die erste Einspeisung erfolgt und welches der jeweils paarweise parallelen Dipole eines Dipolquadrates durch die Verbindungsleitung ausgehend vom ersten Dipol elektrisch angeschlossen ist, ergibt sich ein unterschiedliches Maß für das Tracking.

Anhand von Fig. 6 und 7 sind zwei Beispiele für einmal 8 übereinander angeordnete Dipolquadrate in 45°-Ausrichtung gezeigt, die zur Erzielung eines ganz bestimmten Wertes für das Tracking eine unterschiedliche Einspeisung einmal bezüglich der links liegenden oder bezüglich der rechts liegenden Dipole zeigen. Entsprechendes gilt für das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7, welches 6 übereinander angeordnete Dipolquadrate in 45°-Ausrichtung zeigt. Dabei wird, ausgehend jeweils von einer Hauptspeiseleitung 27 über nachfolgende Verteiler und Abzweiger, die Einspeisung für die verschiedenen dualpolarisierten Dipolquadrate realisiert. In Fig. 6 und 7 ist dabei das Reflektorblech nicht mitgezeichnet.

10

15

20

25

35

Patentansprüche

1. Dualpolarisierte Dipolantenne in Form eines oder mehrerer Dipolquadrate (3, 5), wobei das oder die Dipolquadrate (3, 5) in einem 45° Winkel gegenüber der Vertikalen oder Horizontalen gedreht ausgerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspeisung (33, 35) bezüglich der jeweils beiden gegenüberliegenden parallelen Dipole (113, 115) eines Dipolquadrates (3, 5) derart erfolgt, dass ein Speisekabel (27) zu einer Einspeisestelle (33) an einem Dipol (13", 15") geführt ist, und dass von dieser Einspeisestelle (33) ausgehend ein Verbindungsleitung (37) zu der Einspeisestelle (35) an dem jeweils gegenüberliegenden parallelen Dipol (13', 15') des Dipolquadrates (3, 5) verlegt und dort mit den Dipolhälften (13', 15') des Dipolquadrates (3, 5) elektrisch verbunden ist.

40

45

50

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pro Dipolquadrat (3, 5) zwei separate Speisekabel (27) vorgesehen sind, wobei die beiden Speisekabel (27) jeweils zu den Einspeisestellen (33) zweier um 90° versetzt liegender Dipole (13", 15") führen, und dass von diesen Einspeisestellen (33) jeweils eine separate Verbindungsleitung (37) zu dem jeweils gegenüberliegenden parallelen Dipol (13', 15') zu der dort ausgebildeten Einspeisestelle (35) führt.

55

60

3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch wirksame Länge der Verbindungsleitung bzw. der Verbindungsleitungen (31) zumindest näherungsweise λ oder ein ganzzahliges Vielfaches davon bzgl. des zu übertragenden Frequenzbandbereiches, insbesondere bezogen auf die Mitten-

frequenz beträgt.

4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren längs einer Anbaurichtung (7) über- und/oder nebeneinander angeordneten Dipolquadrate (3, 5) die mit den Speisekabeln (27) verbundenen Einspeisestellen (33) an allen Dipolquadrate (3, 5) an entsprechend gleicher Stelle oder Ausrichtung liegen.

5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren längs einer Anbaurichtung (7) über- und/oder nebeneinander angeordneten Dipolquadrate (3, 5) die mit den Speisekabeln (27) verbundenen Einspeisestellen (33) bei zumindest einem der Dipolquadrate (3, 5) oder bei einem Teil aller Dipolquadrate (3, 5) am jeweils anderen der jeweils paarweise zueinander parallelen Dipole (13, 15) der Dipolquadrat (3, 5) erfolgt.

6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitungen (27) jeweils von der ersten Einspeisestelle (33) an einem Dipol (13", 15") zur jeweiligen Einspeisestelle (35) an dem dazu parallelen Dipol (13', 15') an oder in den gegebenenfalls hohl ausgebildeten Tragarmen der Symmetrierungen (113, 115) der Dipole (13, 15) verlegt sind.

7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindskabel (37) einen anderen Leitungsquerschnitt, insbesondere einen dünneren Leitungsquerschnitt für den Innenleiter und/oder für den Außenleiter aufweisen als die zur ersten Einspeisestelle (33) geführten Speiseleitungen (27).

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

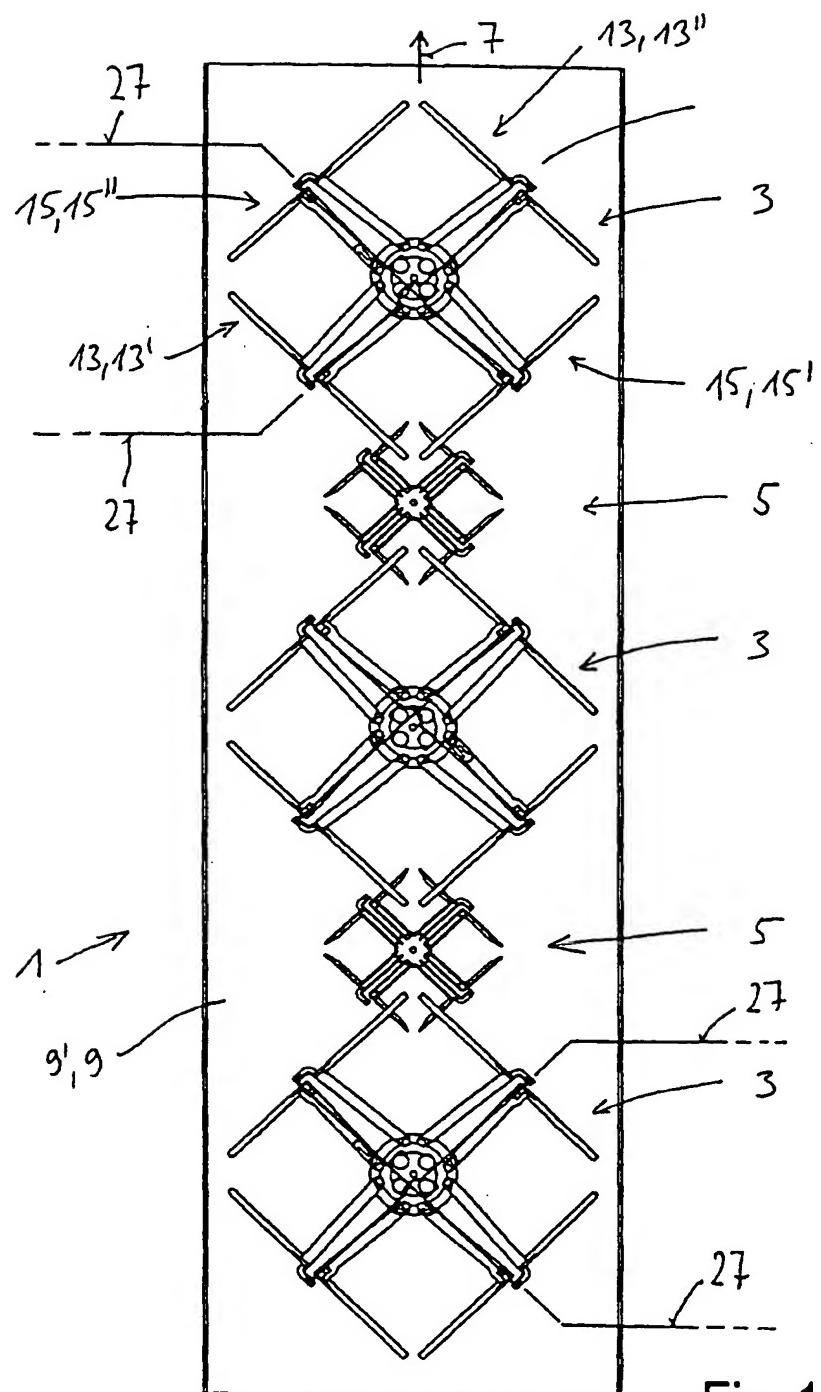
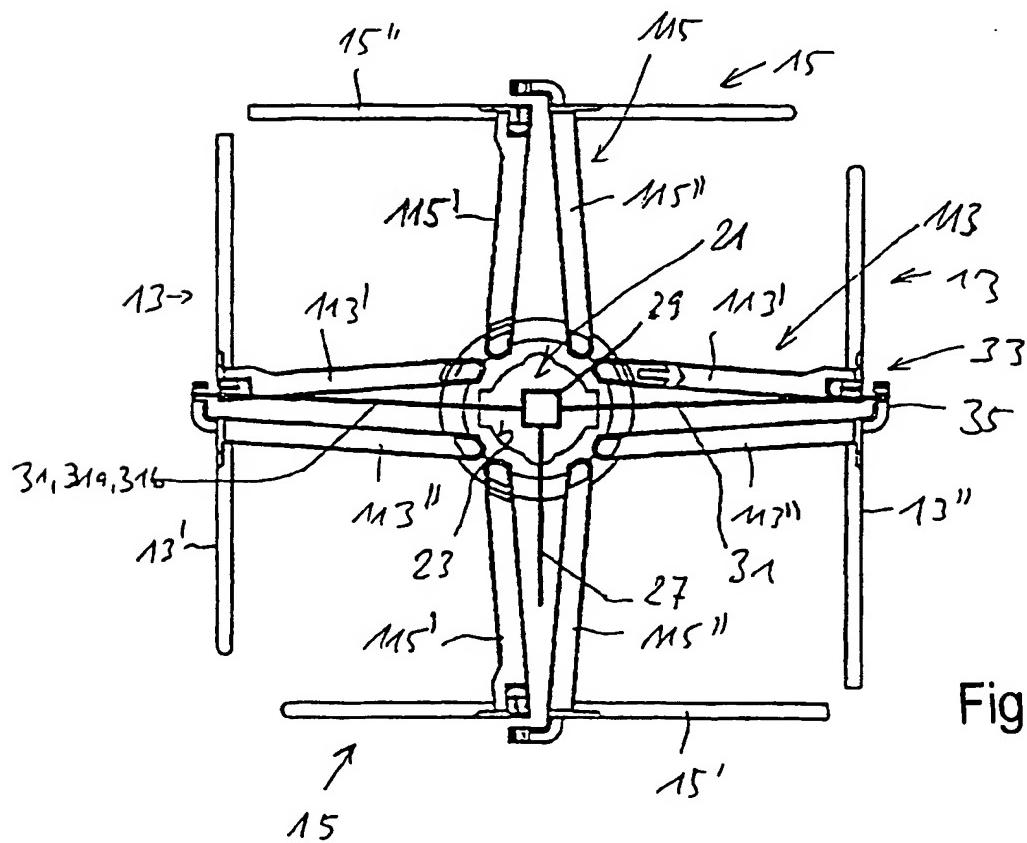
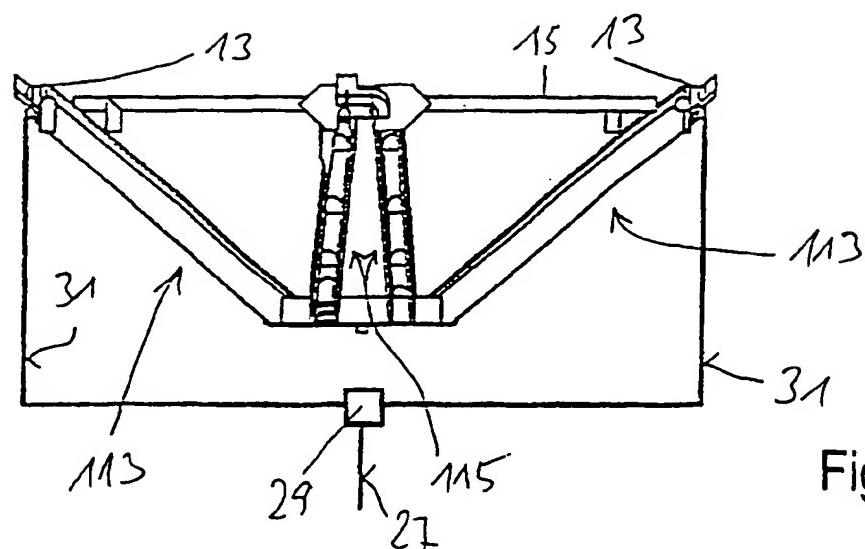


Fig. 1



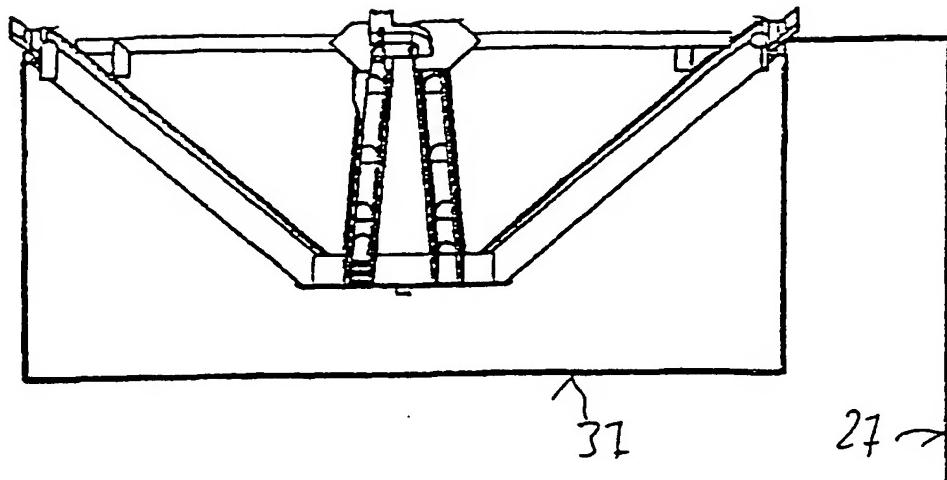


Fig. 4

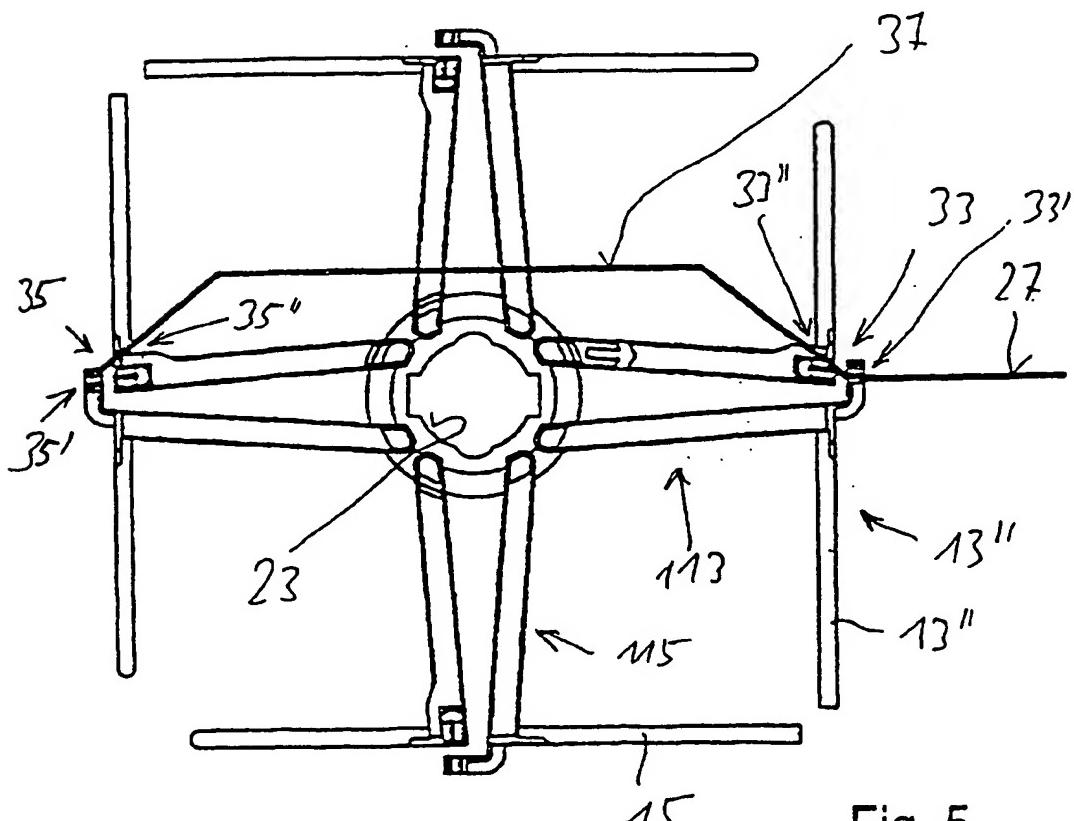


Fig. 5

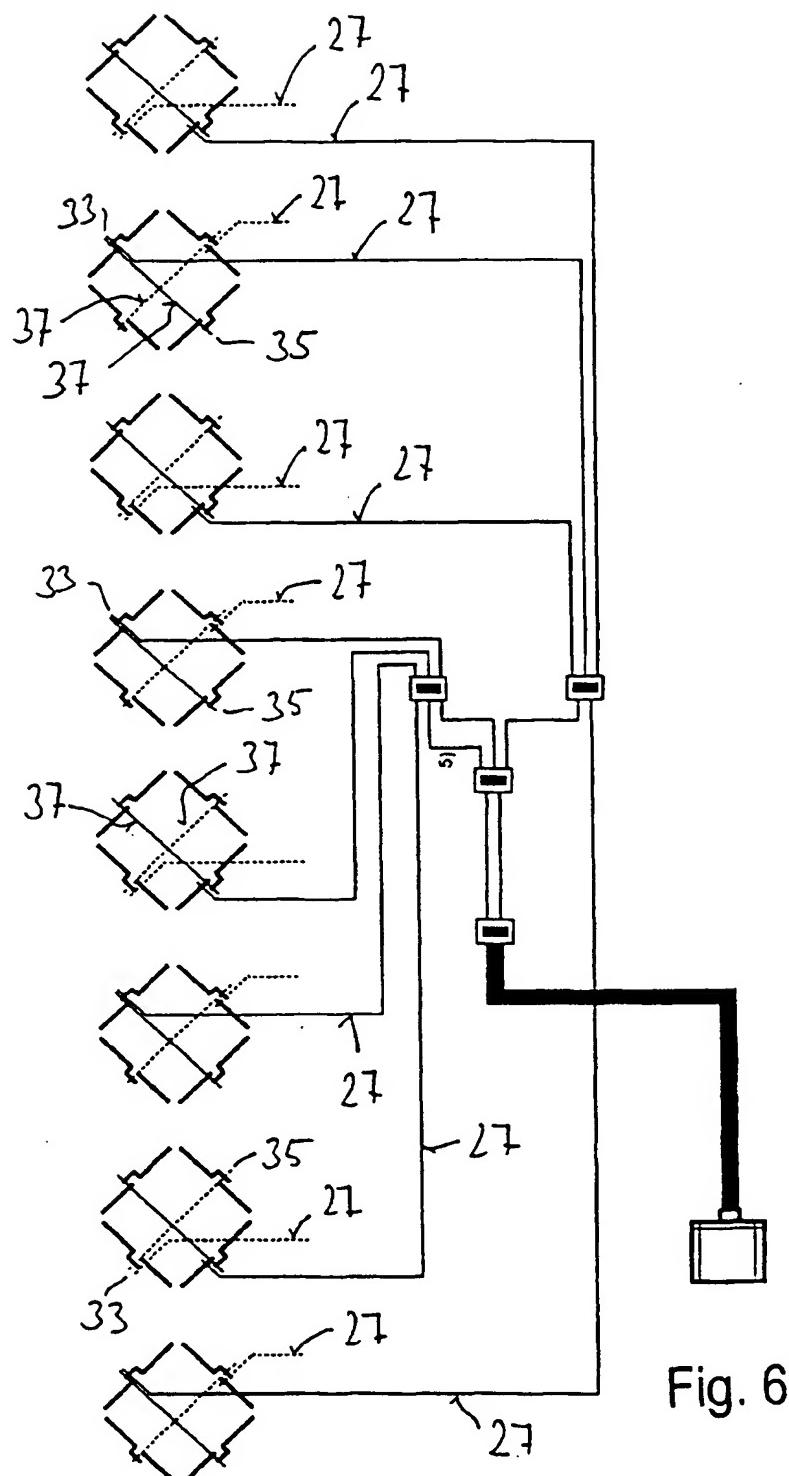


Fig. 6

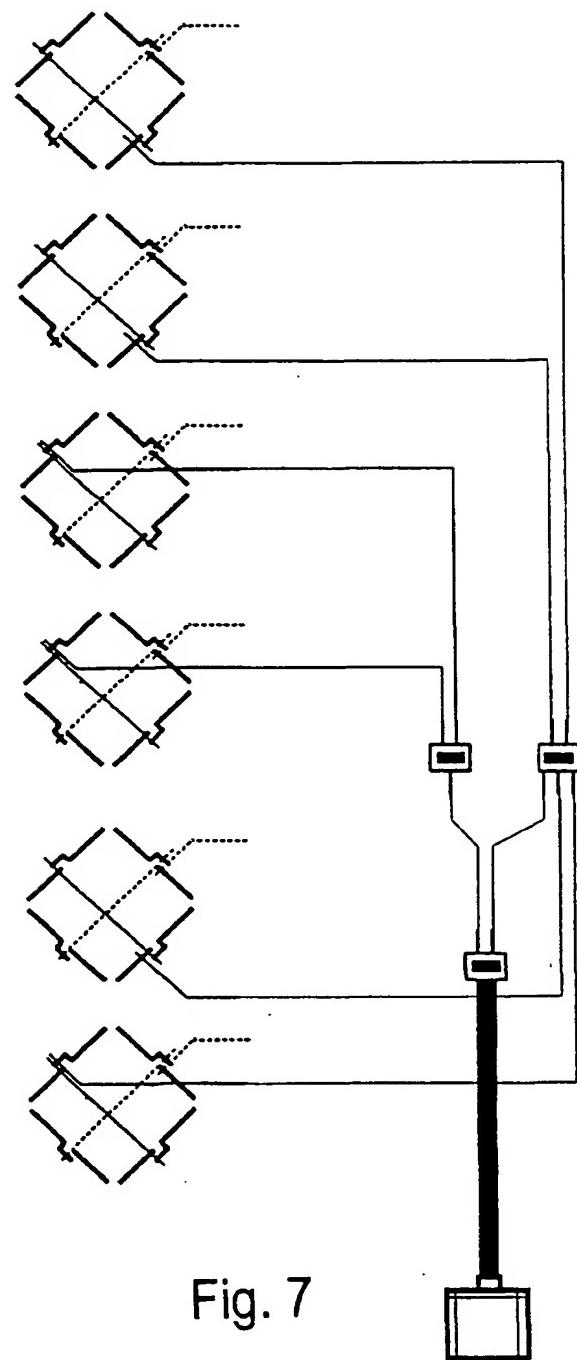


Fig. 7